

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ELEMENTOS PROJETUAIS PARA ELEVAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CONJUNTOS HABITACIONAIS DO PMCMV NO RIO DE JANEIRO¹

BRASILEIRO, Alice (1); MORGADO, Claudio (2); ALMEIDA, Tatiane (3)

(1) UFRJ/FAU/AMBEE, e-mail: alicebraileiro@ufrj.br; (2) UFRJ/FAU/AMBEE e UFRJ/COPPE/LABFUZZY, e-mail: claudi.morgado@gmail.com; (3) UFRJ/FAU/AMBEE, e-mail: tatianepilar@hotmail.com

RESUMO

Os maiores custos relativos à vida útil (média 50 anos) de um edifício, desde a sua concepção, estão na fase de operação, e não na fase de construção. Um dos custos predominantes é a energia consumida pela edificação. Assim, é esperado que as soluções projetuais possibilitem a construção de edificações com menor demanda de energia. Tais afirmativas têm especial relevância nas habitações, pelo seu quantitativo em relação aos demais tipos de edificação e também pelo uso permanente, durante 24 horas. Voltando os olhares para habitações do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), questiona-se sua eficiência energética, pelo volume habitacional produzido. Assim, partindo de uma pesquisa desenvolvida sobre alguns conjuntos do PMCMV na cidade do Rio de Janeiro, que os classificou em relação à eficiência energética de suas envoltórias, o objetivo deste trabalho é desenvolver algumas proposições de aspectos projetuais que merecem especial atenção, quando se busca a eficiência energética da edificação. Os elementos desenvolvidos têm base no método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais-RTQ-R. Observou-se que sem alterações muito profundas nas tipologias características do PMCMV, porém significativas do ponto de vista da questão energética, melhores classificações podem ser obtidas.

Palavras-chave: RTQ-R. PMCMV. Habitação. Eficiência energética.

ABSTRACT

The costs related to the building, throughout its lifespan (average 50 years), have their biggest share on operation and maintenance phase, instead of construction phase. One of the biggest components on these operation costs composition is the consumed energy by the edification. Therefore, it may be expected that the design and construction solutions should allow the construction of edifications with lower energy consumption. Such premises have special importance in housing, for their quantitative value in relation to the others types of edification, and for its permanent use, during the 24 hours of the day. Observing the mass housing production, by the Program Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), a question about its level of energy efficiency arises. Thus, starting from a research developed on some housing complexes from PMCMV, on the city of Rio de Janeiro, the objective of the present work is to develop some alternate proposals of project elements that deserve special attention when looking for the energy efficiency of the edification. The elements were developed based on the Regulation for Energy Efficiency Labeling of Residential Buildings - RTQ-R. With no

¹BRASILEIRO, Alice; MORGADO, Claudio; ALMEIDA, Tatiane. Elementos projetuais para elevação da classificação do nível de eficiência energética em conjuntos habitacionais do PMCMV no Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

profound changes in the original typology, but very significant as energy issues, better levels of classification were obtained.

Keywords: RTQ-R. PMCMV. Housing. Energy efficiency.

1 INTRODUÇÃO/FUNDAMENTAÇÃO

A investigação do desempenho energético de uma edificação está intimamente ligada ao seu comportamento nas questões de desempenho térmico e lumínico, entre outros fatores. Dar condições satisfatórias de conforto ambiental ao usuário é um caminho para que ele não procure esse conforto utilizando meios ativos, ocasionando, portanto, o consumo de energia. Segundo Corbella e Yannas (2009), com o desenvolvimento tecnológico, em especial após a II Guerra Mundial, a tecnologia começou a suplantiar as condições de conforto ambiental antes associadas à arquitetura. Essa dependência promoveu a difusão da ideia de que era possível desenvolver projetos arquitetônicos desconsiderando o clima local. Tal fato refletiu-se em edificações dependentes de sistemas artificiais de climatização, de modo que o consumo de energia e o impacto ambiental ficavam em um plano posterior de preocupações (CORBELLA; CORNER, 2011).

Segundo Ceotto (2006), 80% dos custos relativos à vida útil de uma edificação estão na fase de sua operação. Um dos custos predominantes é relativo à energia consumida pela edificação. Desse modo, esperar-se-ia que as soluções projetuais/construtivas adotadas desde a sua concepção possibilitassem a construção de edificações com menor demanda de energia. Tais premissas, apesar de poderem ser aplicadas a qualquer edificação, têm especial relevância nas habitações, pelo seu quantitativo em relação aos demais tipos de edificação e também por ser a habitação a edificação que está em permanente uso. Tratando-se da produção de habitações em massa, pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), levanta-se a questão do nível de eficiência energética das mesmas, pois se atualmente, o país já enfrenta problemas para a geração de energia, o futuro não tende a ser muito melhor.

Se por um lado, os produtos do principal programa habitacional da atualidade ainda ficam aquém do recomendado em termos de desempenho ambiental – entre outros requisitos – (FERREIRA, 2012; BENETTI, 2012), por outro, a preocupação com o gasto energético edilício foi mais evidenciada após 2001, ano da Lei 10.295 ("Lei da Eficiência Energética"). Posteriormente, em 2009, foi lançada a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações.

Diversos são os trabalhos sobre o PMCMV que o abordam sob a ótica do desempenho energético, havendo uma relação direta com o desempenho térmico, em função do clima. Diante da impossibilidade de citar todos eles, podem ser mencionados: Alves (2012), Batista *et alli*, (2014), Moreno (2013), Paulsen; Sposto (2013), Rodrigues; Oliveira; Carlo (2015) e Udaeta; Oliveira ; Baesso (2014).

Na mesma linha de raciocínio, em pesquisa anterior, classificou-se em relação à eficiência energética das envoltórias alguns conjuntos do PMCMV na cidade do Rio de Janeiro, constatando-se a ocorrência de alguns elementos presentes desde a concepção inicial que comprometiam o potencial desempenho energético da edificação². A partir daqueles resultados, identificando os aspectos projetuais de maior relevância para a eficiência energética na Zona Bioclimática (ABNT, 2005) da cidade do Rio de Janeiro (ZB8), formulou-se o objetivo do presente trabalho: desenvolver diretrizes projetuais/construtivas que possam contribuir para a elevação do nível de classificação de eficiência energética das habitações produzidas pelo PMCMV no Rio de Janeiro e na sua zona bioclimática. Apesar de a eficiência energética não ser a única esfera a ser melhorada no programa, estudar este aspecto contribuirá bastante para a evolução qualitativa de sua produção.

Embora haja estudos no âmbito governamental que tratam dessa questão e também pontuais inserções do programa com características eficientes/sustentáveis (como a entrega de unidades com aquecimento solar da água³ ou conjuntos com iniciativas relacionadas ao aumento da área de drenagem das águas pluviais⁴), no âmbito da grande massa de habitações produzidas, ainda não são vistas ações no sentido de adequar ambientalmente e energeticamente as edificações produzidas.

2 MÉTODO

A análise utiliza o método prescritivo do RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (BRASIL, 2012), documento oficial com a metodologia de cálculo para concessão da ENCE. Inicialmente, cabe esclarecer que considerou-se na avaliação apenas a envoltória da edificação e desconsiderou-se o sistema de aquecimento de água, que embora seja de grande importância, tem metodologia de cálculo própria, fugindo do foco do trabalho. Portanto, a investigação foi feita objetivando o resultado de EqNumEnv (Equivalente Numérico da Envoltória), que no Rio de Janeiro (ZB8), é constituído apenas pelas condições de verão, desprezando-se as condições de inverno (BRASIL, 2012). Seus resultados são produzidos em GHR⁵, cujos limites de classificação na ENCE, para a ZB8, são apresentados na Tabela 1, representados pelas letras A, B, C, D e E (do melhor para o pior nível).

² Os conjuntos analisados pertenciam todos à Faixa 1 do programa, de 0 a 3 salários mínimos, e o estudo teve como desdobramento o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da 3ª autora.

³ <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/07/moradias-sao-equipadas-com-aquecimento-solar>. Acesso em out 2015.

⁴ <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/07/moradias-do-minha-casa-minha-vida-recebem-acoes-sustentaveis>. Acesso em out 2015.

⁵ GHR: Graus-hora de resfriamento, unidade na qual são produzidas as respostas na equação de EqNumEnv_{Resfr}, significando o somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da segunda, no caso de esfriamento, adotando a temperatura de base como 26° C (BRASIL, 2012).

Tabela 1 – Limites de classificação dos valores em GHR para ZB-8

Classificação	Resultado em GHR
A	$GHR \leq 5209$
B	$5209 < GHR \leq 8365$
C	$8365 < GHR \leq 11520$
D	$11520 < GHR \leq 14676$
E	$GHR \leq 14676$

Fonte: BRASIL, 2012

A investigação foi dividida em três grandes etapas:

a) Verificação do EqNumEnv de conjuntos de edificações multifamiliares do PMCMV na cidade do Rio de Janeiro segundo os parâmetros do RTQ-R (BRASIL, 2012). A avaliação foi feita pelo método prescritivo; a partir dela verificou-se a classificação do nível de eficiência energética da envoltória dos edifícios (etapa realizada em pesquisa anterior). Esta avaliação mostrou que os conjuntos analisados apresentavam desempenho insatisfatório, com baixos níveis de classificação (C, D e E).

b) Organização e análise conjunta dos dados. Os dados da etapa anterior foram organizados de modo a retratar, no Rio de Janeiro, como alguns elementos-chave adotados nos projetos contribuíam para os baixos níveis de classificação. Entre eles, podem ser citados os vãos para ventilação natural; a ventilação cruzada nas unidades; o sombreamento das aberturas; a organização espacial dos ambientes, aumentando ou diminuindo a área de fachada da unidade; a relação entre área de envoltória e volume do ambiente; a orientação; o material constituinte da envoltória. Pelo limitado espaço de um artigo científico, nem todos os itens serão desenvolvidos neste trabalho.

c) Na sequência, foram **formuladas proposições a respeito dos elementos-chave**, com vistas à elevação do nível de classificação de eficiência energética das habitações produzidas pelo PMCMV no Rio de Janeiro.

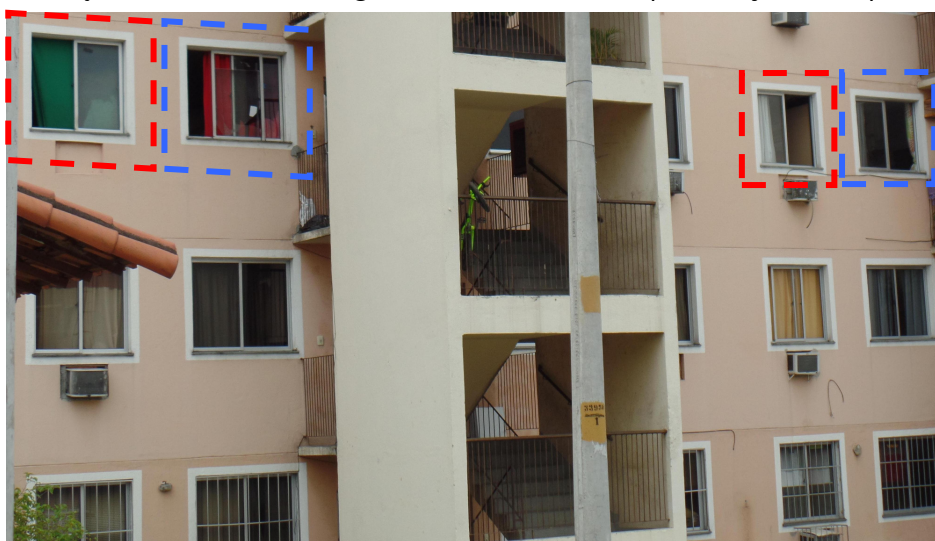
Cabe esclarecer que os parâmetros necessários para estabelecer a eficiência energética em uma edificação vão além dos mencionados acima. É necessário atentar para a eficiência de todos os sistemas componentes do edifício, como a iluminação artificial e demais, além de outros relacionados à arquitetura, como o nível de iluminação natural nos ambientes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ventilação Natural

O aproveitamento da ventilação natural é uma das mais importantes estratégias passivas para a melhoria do nível de eficiência energética. Na ZB8, o RTQ-R (BRASIL, 2012) indica que o percentual de ventilação em ambientes de permanência prolongada⁶ (APP) deve corresponder a pelo menos 10% da área de piso do ambiente (caso contrário, a máxima classificação permitida para ele será C). Como nas unidades habitacionais (UH) comumente encontradas no PMCMV a área útil de dormitórios é cerca de 8m² e as salas, 12m², são necessários, respectivamente, 80cm² e 1,20m² para que o pré-requisito seja atendido. As esquadrias utilizadas, contudo, nem sempre atendem a esse percentual, porque proporcionam aproximadamente 65cm² de área de ventilação nos dormitórios e um pouco mais (Figura 1) e de tamanho mais variado nas salas, podendo às vezes possuir um peitoril em vidro também, porém sendo essa parte fixa (Figura 2). Sobre o mecanismo de abertura, quase sempre é o de correr, com folhas sobrepostas⁷ (Figura 3).

Figura 1 – Janelas de dormitórios (indicação vermelha) e janelas das salas, ligeiramente maiores (indicação azul)



Fonte: Autores

⁶ Normalmente, em uma unidade habitacional, são considerados ambientes de permanência prolongada (APP) os dormitórios e as salas. Estas, quando têm a cozinha integrada, a incorporam formando um único APP para efeito de cálculo (BRASIL, 2012).

⁷ Há exceções, como algumas tipologias que contam com pequenas sacadas adjacentes à sala, e nesse caso, a porta pode ter uma folha e girar sobre o eixo vertical lateral, ao invés de correr (deslizar) uma folha sobre a outra.

Figura 2 – Janela com peitoril em vidro



Fonte: Autores

Figura 3 – Profusão de janelas de correr



Fonte: Autores

É no mecanismo de abertura que reside um dos elementos decisivos para atendimento da ventilação natural⁸. Ao abrir as folhas deslizantes, uma sobre a outra, não é possível usufruir de todo o vão, porque mais da metade dele estará obstruída pelas folhas, produzindo uma taxa de aproveitamento do vão de aproximadamente 45% do seu tamanho original. Para vãos de 1,44m², comumente utilizados, obtém-se uma área de ventilação igual a 65cm², suficiente para ventilar APPs de até 6,5m², menores do que as áreas

⁸ Diferentemente do que ocorre na iluminação natural, onde são os elementos transparentes/translúcidos da esquadria que permitem a entrada da luz. A área desses elementos, pelo RTQ-R (BRASIL, 2012), deve ser no mínimo 12,5% da área do piso.

dos dormitórios (8m²). Nas salas, apesar dos maiores tamanhos de vãos, frequentemente pode ser vista a mesma situação⁹.

Portanto, um dos elementos-chave a ser considerado em projetos do PMCMV é a criteriosa escolha das esquadrias, permitindo uma maior área de ventilação. Podem ser adotadas esquadrias com mecanismos de folhas giratórias (de abrir) ao invés das deslizantes (de correr). Alternativamente, considerando o maior custo das esquadrias mencionadas, pode-se adotar, ainda na fase de projeto, um maior vão para a esquadria (de custo relativo não tão alto), de modo que sua área de ventilação seja suficiente, ainda que seu mecanismo de abertura seja limitante.

3.2 Ventilação cruzada

Outro elemento-chave na classificação de eficiência energética é a ventilação cruzada da UH. Por afetar à unidade como um todo, seu não cumprimento faz a classificação da UH alcançar nível máximo C (BRASIL, 2012). Para ser atendido, é necessário que a UH possua áreas de ventilação em mais de uma fachada, com uma proporção de 0,25 entre as áreas de ventilação contidas na fachada com mais aberturas e o somatório de todas as outras aberturas nas demais fachadas.

Em muitos conjuntos do PMCMV no Rio de Janeiro essa característica está presente, pela disposição linear das UH nos pavimentos¹⁰. No entanto, também são encontradas outras configurações, especialmente em alguns blocos em "H", que apesar de possuírem fachadas disponíveis para estabelecer uma ventilação cruzada, geralmente têm as laterais cegas, inclusive para permitir que os blocos tenham pouca ou nenhuma distância entre eles.

A possibilidade de resolução desta questão passa pela densidade populacional a ser atingida no conjunto e pela composição do projeto de arquitetura. Sem a pretensão de apontar uma fórmula "pronta" ou uma solução única, indica-se uma diretriz para a adoção do padrão linear de unidades no pavimento, de modo que possam ser justapostas pelas laterais, mas que ao mesmo tempo permaneçam com duas fachadas para ventilação (Figura 4)¹¹.

⁹ O fato ocorre mesmo que haja a integração entre [sala] e [cozinha/área de lavagem de roupas] e suas respectivas ventilações.

¹⁰ O que não significa que, necessariamente, a edificação seja confortável em termos térmicos apenas por essa razão.

¹¹ Nesse caso, o acesso poderia ser feito entre cada par de unidades.

Figura 4 – Exemplo de pavimento com as unidades dispostas linearmente



Fonte: Autores

3.3 Sombreamento

O sombreamento impede que a radiação solar direta penetre no ambiente. O RTQ-R (BRASIL, 2012) utiliza o sombreamento como uma de suas variáveis, denominada “Somb”. Segundo Brasileiro, Morgado e Torres (2014), utilizar esquadrias com venezianas (sombreamento total das aberturas) pode melhorar a classificação da UH em até dois níveis, dependendo da orientação. Nos conjuntos multifamiliares do PMCMV na cidade do Rio de Janeiro, praticamente não existem aberturas sombreadas com venezianas; mesmo as parcialmente sombreadas (por beirais ou reentrâncias) são poucas. Seguindo um raciocínio que não é novo, o investimento em esquadrias sombreadas hoje significa redução de custos e de consumo energético no futuro.

3.4 Área de fachada da unidade habitacional e relação envoltória x volume do ambiente.

Uma decisão projetual que pode aparentar não interferir na eficiência energética é como a organização espacial dos ambientes poderá deixá-los mais ou menos expostos ao exterior. Verificou-se que os APPs situados em “quinas” ou com seus volumes projetados além do alinhamento da edificação possuíam pior classificação quando comparadas aos ambientes com mais paredes internas e menos paredes externas. Ao estar mais exposto ao ambiente externo, mesmo por vedações opacas, o ambiente, no Rio de Janeiro, está sujeito à maior carga térmica, seja pela incidência direta de sol ou em função de a temperatura externa estar acima do nível confortável, situação frequente na cidade. Sobre a relação entre maior envoltória e pior desempenho, Matos (2012), em pesquisa desenvolvida na cidade de Maceió (também ZB8), verificou a mesma tendência.

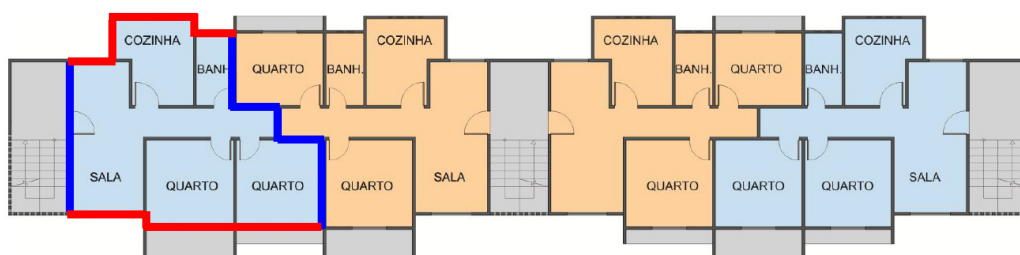
No mesmo raciocínio, também foi verificado que para ambientes com mesma dimensão de fachada (em única direção) e pé-direito, mas profundidades diferentes, aquele que possuir menor área terá uma classificação inferior ao que possuir maior área, já que o primeiro, proporcionalmente, encontrar-se-á mais exposto do que o segundo. Também Brown e Dekay (2004) apontam que para um mesmo volume,

envoltórias mais expostas podem representar uma vantagem se a estratégia visar aquecimento e a fachada for orientada a Norte. Entretanto, se a estratégia visa resfriamento, estando a fachada orientada a Leste ou Oeste, uma envoltória maior pode significar uma desvantagem.

Esses elementos-chave que tratam do nível de exposição da envoltória são cruciais na fase de concepção projetual, e dificilmente poderão ser modificados após certo nível de desenvolvimento do projeto. Uma das possibilidades para minimizar os efeitos da exposição excessiva é modificar a constituição da envoltória, utilizando composições de materiais que garantam menor transmitância térmica e consequentemente, maior nível de conforto interno em relação a altas temperaturas externas. Porém, o ideal seria que essa preocupação existisse ainda nas fases iniciais do projeto.

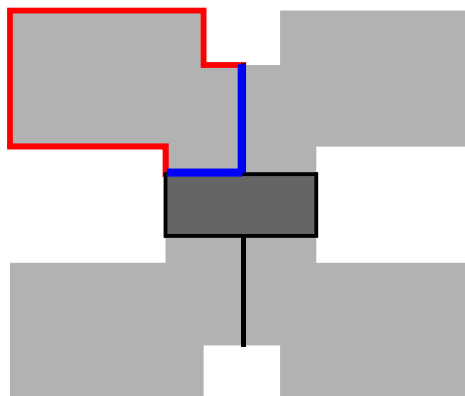
Ainda, um exercício projetual desenvolvido propõe a utilização da circulação vertical nas extremidades dos blocos, tornado-a um “escudo” para a UH imediatamente adjacente a ela, como pode ser visto na Figura 5. Embora possa atuar também como ponto de ligação entre blocos, a função de “escudo” toma lugar na UH da extremidade do bloco. Em comparação, pode ser visto um dos projetos do PMCMV no Rio de Janeiro, onde é observada a circulação vertical ao centro de quatro unidades, promovendo menor área de proteção em relação ao ambiente externo (Figura 6). Em ambas as figuras, é possível comparar a proporção de paredes externas (em vermelho) e paredes internas (em azul) da unidade como um todo. Na Figura 5, a UH está mais protegida do ambiente externo, enquanto na Figura 6, está mais exposta a ele.

Figura 5 – Exercício projetual desenvolvido, utilizando a circulação vertical como “escudo” das UH das extremidades.



Fonte: Autores

Figura 6 – Um exemplo de edifício de conjunto do PMCMV no Rio de Janeiro, onde a circulação vertical é centralizada.



Fonte: Edição gráfica sobre material de divulgação do PMCMV

Obviamente, há um custo maior ao se prever mais circulações verticais, mas novamente, é ratificado que o investimento inicial será compensado pelo menor custo operacional de energia da edificação, ao longo de um prazo maior.

Como já mencionado, os elementos apresentados aqui são apenas alguns dos identificados como elementos-chave para a classificação de eficiência energética de conjuntos habitacionais do PMCMV no Rio de Janeiro. Mesmo os identificados pela pesquisa (mencionados no item 2 – letra b) e não explorados aqui revelam apenas uma parcela de diversas variáveis a serem consideradas no projeto e construção das habitações.

4 CONCLUSÕES

A avaliação prévia de conjuntos do PMCMV no Rio de Janeiro apontou a existência de situações que, de forma recorrente, impedem um potencial de boa classificação de eficiência energética das edificações. É objetivo deste trabalho, então, apontar diretrizes projetuais/construtivas que possam contribuir para elevação desse nível.

As situações foram detalhadas e organizadas dando origem a elementos-chave da classificação, que podem colaborar para um melhor resultado final. Por exemplo, se exigências como o atendimento ao percentual mínimo de área de ventilação e a ocorrência de ventilação cruzada forem atendidas, a habitação poderá obter níveis mais elevados do que C. Já decisões relacionadas à existência ou não de venezianas nas esquadrias e também aquelas que dizem respeito à conformação do projeto, como a distribuição dos ambientes no pavimento e o tamanho da sua área de exposição ao ambiente externo, não definem especificamente um nível limite de classificação. Contudo, se o projeto contemplar tais preocupações, desde o seu início, poderá elevar seu nível final de classificação de eficiência energética.

Cabe ressaltar que o resultado da avaliação de conjuntos do PMCMV, contido na base deste artigo, se alinha a outros semelhantes, como por exemplo, Moreno (2013), que analisando um exemplar unifamiliar típico do PMCMV, testado em todas as ZBs, obteve desempenhos gerais insatisfatórios, com predominância do nível D. Do mesmo modo, também obtiveram resultados insatisfatórios (C, D e E) na classificação de edificações multifamiliares do PMCMV Batista *et alli* (2014), em Maceió, e Rodrigues, Oliveira e Carlo (2015), que testaram um modelo multifamiliar típico do PMCMV nas cidades de Maceió, Belém, Vitória, Cuiabá, Campo Grande e Niterói.

Os elementos projetuais/construtivos aqui analisados contribuem para um dos enfoques necessários e urgentes a qualquer edificação, o seu desempenho energético. No âmbito da HIS, não é diferente, e embora haja diversos outros pontos críticos no programa, um bom desempenho energético é mais um entre os requisitos que deveriam ser cumpridos na construção de um grande parque habitacional, do porte do PMCMV.

Sem dúvida, qualquer decisão relacionada à HIS que envolva elevação nos custos, seja do projeto ou da execução, deve ser criteriosamente pensada. Porém, entende-se que é necessária uma mudança de paradigma, para o bem da questão energética. Nesse âmbito, a economia monetária feita hoje pode contribuir para um maior custo e maior gasto de energia no futuro.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3** Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. 2005.

ALVES, A. F. M. **Todo Brasileiro merece nível A: habitação multifamiliar para o programa minha casa minha vida energeticamente eficiente**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). PPGAU/UFRN: Rio Grande do Norte, 2012.

BATISTA, Juliana; PEIXOTO, Ithiane; CAVALCANTE, Kherolyn; LIMA, Izabella. Desempenho térmico de habitação multifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió – AL. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014, **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

BENETTI, Pablo. **Habitação Social e Cidade**. Rio de Janeiro: Rio Book's, 2012.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Brasília, 2012.

BRASILEIRO, Alice; MORGADO, Claudio; TORRES, Thiago. Influência das esquadrias na classificação do nível de eficiência energética de habitações no RJ. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014, **Anais...** Maceió, ENTAC 2014.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. São Paulo: Bookman, 2004.

CEOTTO, Luiz Henrique. A Construção Civil e o Meio ambiente: 1ª parte. **Notícias da Construção**, Ed. 51, São Paulo: Sinduscon SP, 2006. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/secoes.asp?subcateg=74&categ=16>>. Acesso em 30 nov. 2011.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane. **Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para a redução do consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

FERREIRA, João S.W. **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos**. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

MATOS, Juliana M. **Qualificação de edifícios residenciais verticais em Natal/RN à luz do Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais (RTQ-R)**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). PPGAU/UFRN, 2012.

MORENO, A.C.R. **Minha Casa Minha Vida: Análise de desempenho térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RTQ-R**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável), UFMG, Belo Horizonte, 2013.

PAULSEN, J.S.; SPOSTO, R. M. A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: Case study for the program "My House My Life". In: **Energy and Buildings**, v. 57, p.95-102, 2013.

RODRIGUES, Thiago; OLIVEIRA, Carla de; CARLO, Joyce. Níveis de eficiência da envoltória de unidades habitacionais do programa minha casa minha vida em zonas bioclimáticas de 5 a 8. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2015, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

UDAETA, M. E. M.; DE ANDRADE OLIVEIRA, C. T.; BAESSO, J. A. Energy & Environmental Efficiency with Full Use of the Sun in a Sustainable Architecture Residence. In: **Journal of Engineering and Architecture**, v. 2, n. 2, p. 103-118, 2014.